

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 44 354.8

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Anmeldetag:** 24. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Andreas Pachler, Egling b Wolfratshausen/DE

**Bezeichnung:** Globus

**IPC:** G 09 B 27/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Scholz

## GLOBUS

Die Erfindung betrifft einen Globus mit einer kontaktfrei und magnetisch gehaltenen Globuskugel entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Steuern der Lage einer magnetisch gehaltenen Globuskugel in einer Globushalterung.

Bei derartigen Globen wird das Signal eines Magnetfeldsensors verwendet, um einen an der Globushalterung angeordneten Elektromagneten ein- und auszuschalten. Der Abstand wird dabei wie folgt gesteuert: Wesentlich für die freischwebende Halterung des Globuskugel im Magnetfeld ist der Permanentmagnet an der Oberseite der Globuskugel. Dieser tritt in Wechselwirkung mit dem oberhalb der Globuskugel angeordneten Elektromagneten an der Globushalterung. Kommt die Globuskugel zu nah an die Halterung, so zieht es die Globuskugel mittels des Permanentmagneten gegen den Elektromagneten, ob dieser nun angeschaltet ist oder nicht. Es gibt also einen gewissen kritischen Minimalwert für einen Abstand der Globuskugel von der Globushalterung, der nicht unterschritten werden darf, da ansonsten die Globuskugel gegen die Halterung gezogen wird. Der Hallsensor erkennt den Abstand der Globuskugel anhand des Magnetfeldes des Permanentmagneten. Das Anziehen der Globuskugel gegen die Halterung wird somit unterbunden indem der Elektromagnet abgeschaltet wird, bevor die oben genannte kritische Grenze erreicht wird, d. h. bevor ein kritischer Maximalwert für das Magnetfeld und ein entsprechendes Ausgangssignal des Magnetfeldsensors überschritten wird.

Andererseits muß dafür Sorge getragen werden, dass der Abstand der Globuskugel von der Halterung nicht zu groß wird, da in diesem Fall der mittlere Strom durch den Elektromagneten erhöht werden muß, was einen erhöhten Energiebedarf mit sich bringt und da andererseits ab einem gewissen Abstand die Kugel nicht mehr im Magnetfeld gehalten wird, sie somit herunterfällt. Ab einem gewissen kritischen Maximalabstand, der dadurch gekennzeichnet ist, dass ein gewisser Schwellenwert von dem Ausgangssignal des Magnetfeldsensors unterschritten wird, wird somit der Elektromagnet eingeschaltet. Der richtige Abstand der Globuskugel wird

somit durch ständiges Ein- und Ausschalten, gesteuert durch das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors, eingestellt. Diese Vorrichtung bzw. dieses Verfahren funktionieren einwandfrei bis auf Umstände, in welchen das System in Schwingung oder Eigenresonanz gerät. Eine derartige Eigenresonanz tritt auf zum Beispiel in Schwingungen von weniger als 5 Hz. Messungen haben ergeben, dass das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors in derartigen Fällen keine Hilfe bietet, weil ein größerer Abstand des Elektromagneten der Globuskugel beim Hallsensor in der Regel durch ein stärkeres resultierendes Magnetfeld des Elektromagneten kompensiert wird. Die bekannten Globen nach dem Stand der Technik bieten somit keine ausreichende Sicherheit gegen Eigenresonanzen und Schwingungen aller Art.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass durch die oben genannte Ein-/Aussteuerung des Elektromagneten die Kugel zwar in einer vergleichsweise sicheren Lage gehalten wird, die jedoch nicht zwangsläufig die energetisch günstigste Lage zu sein braucht. Es wurde so z. B. festgestellt, dass knapp unterhalb des kritischen Punktes, an welchem die Globuskugel an die Globushalterung gezogen wird der Energieverbrauch zum Halten der Globuskugel am geringsten ist. Die Globen nach dem Stand der Technik bieten keine Lösung, um die Globuskugel in einer bevorzugten Position zu halten. Prinzipiell ist es auch möglich, die Lage der Globuskugel anstelle oder zusätzlich zum Ein/Ausschalten auch analog über den Strom durch den Elektromagneten zu steuern bzw. regeln.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Globus und ein Verfahren zur Steuerung der Globuskugel in einer Globushalterung zu schaffen, die es wirksam ermöglichen, Schwingungen und Resonanzen zu unterbinden und es zum anderen ermöglichen, die Globuskugel mit einem geringen Energieaufwand sicher im Magnetfeld zu halten. Diese Aufgabe wird durch einen Globus gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 7 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der zugehörigen Unteransprüche.

Die Erfindung berücksichtigt die seitens des Anmelders erlangte Erkenntnis, dass der Magnetfeldsensor, in der Regel ein Hallsensor, kein zufriedenstellendes Signal liefert, um Schwingungen und Resonanzen zu vermeiden. Der Anmelder hat hingegen festgestellt, dass Schwingungen der Kugel z. B. aufgrund von Resonanz sich in einer Änderung des Verhältnisses von Ein- zu Ausschaltzuständen des Elektromagneten widerspiegelt, wenn diese, verglichen mit der Resonanzfrequenz, über kürzere Messperioden von z. B. 1 bis 100 ms. vorzugsweise über 5 bis 50 ms. erfasst werden. Die Steuerung des Globus verwendet somit das seitens des Mikrocomputers bzw. Mikroprozessors erfasste Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen des

Elektromagneten über wenigstens eine definierte Zeitspanne, um daraus Korrektursignale für die Ansteuerung des Elektromagneten abzuleiten.

Diese Basisidee der Erfindung ermöglicht, wie nachfolgend näher ausgeführt wird, sowohl die Unterdrückung von Schwingungen, insbesondere Resonanzen als auch die Einstellung der Globuskugel auf einen Idealabstand relativ zur Globushalterung.

Für die Realisierung der Erfindung ist es irrelevant, ob der Mikrocomputer einen Eingang hat, der mit den Ein-/Ausschaltsignalen einer Schalteinrichtung für den Elektromagneten beaufschlagt ist oder ob der Elektromagnet durch den Mikrocomputer selbst angesteuert wird, in welchem Fall selbstverständlich die Schaltzustände im Mikrocomputer selbst erfassbar sind.

In einer ersten Ausführungsform der Erfindung zur Unterdrückung von Resonanzschwingungen wird das Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen vorzugsweise über einen kürzeren Zeitraum von insbesondere 100 Mikrosekunden bis 500 Millisekunden, vorzugsweise 1 bis 50 Millisekunden erfaßt und in ein Register abgelegt. Anschließend wird das Verhältnis der Ein- und Ausschaltzustände in der nächste Periode gemessen und abgespeichert. Aus diesen wenigstens zwei Messungen wird die Änderung des Verhältnisses errechnet und diese Änderung als Basis für die Abgabe von Steuer- und Korrektursignalen für die Ansteuerung des Elektromagneten verwendet. Wenn z. B. die Änderung positiv ist, das heißt das Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen aufeinanderfolgender Perioden zunimmt, so bedeutet dies, dass sich die Kugel von der Globushalterung entfernt und somit der Elektromagnet hochgefahren wird, um die Kugel wieder zurückzuholen. In diesem Fall können z. B. positive Korrektursignale abgegeben werden, d. h. das Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzeiten überproportional hoch gefahren werden, um die Kugel stärker abzubremsen, als es eigentlich den vom Hallsensor abgegebenen Werten entspräche. Auf diese Weise wird der Abbau von Resonanzschwingungen sehr wirkungsvoll unterstützt. Andererseits kann, wenn über wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Perioden eine negative Änderung des Ein- zu Ausschaltzustand Verhältnisses festgestellt wird, d.h. die Kugel sich hoch bewegt, die Einschaltzeit überproportional, d.h. stärker als es den entsprechenden Ausgangssignalen des Hall-Sensors entsprechen würde, reduziert werden, um auch hier den Aufbau einer Schwingung zu vermeiden. Selbstverständlich ist es in diesem Zusammenhang auch möglich, die Änderung über mehrere z. B. 5 bis 50 Perioden zu überwachen bzw. die zweite Ableitung d. h. die Änderung dieser Änderungen zeitlich aufeinanderfolgender Perioden als Ausgangsbasis für die Abgabe von Korrektursignal zu nutzen. In diesem

Fall werden verstärkende Korrektur- bzw. Steuersignale vorzugsweise dann abgegeben, wenn die zweite Ableitung der Änderung der Korrektursignale positiv ist, d.h. also wenn eine Zunahme einer positiven Veränderung des Ein- zu Ausschaltverhältnisses festgestellt wird, oder falls eine positive Änderung der Verringerung des Ein- zu Ausschaltverhältnisses festgestellt wird.

Der Mikrocomputer hat vorzugsweise eine entsprechende Anzahl an Registern und/oder Zählern und eine Uhr, mit welcher eine getaktete Erfassung der Ein- und/oder Ausschaltzustände der Elektromagneten realisierbar ist, aus denen dann, aufsummiert über einen bestimmten Zeitraum, die Verhältnisse von Ein- zu Ausschaltzustand gebildet werden. Die Erfassung kann z. B. in einem zeitlichen Abstand von 10 bis 100 Mikrosekunden erfolgen, während die Verhältnisbildung eine Erfassung von 10 bis 1000 Erfassungstakten berücksichtigen kann.

Des weiteren kann durch die Erfindung der Stromverbrauch für den Globus minimiert werden, in dem das zeitliche Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen des Elektromagneten über einen längeren Zeitraum von z. B. 500 Millisekunden bis mehrere Sekunden erfaßt und gemittelt wird, und dieser Mittelwert mit einem Referenzsollwert eines Ein- zu Ausschaltverhältnisses verglichen wird, der für einen idealen Abstand der Globuskugel von der Globushalterung steht. Dieses ideale Referenzverhältnis entspricht einem gewissen idealen mittleren Strom durch den Elektromagneten, der einen entsprechenden idealen Abstand der Globuskugel ein wenig unterhalb des Anziehungspunktes bewirkt. Das aktuelle Verhältnis wird in Richtung auf das Referenzverhältnis verändert, so dass die Globuskugel im Mittel auf die unter Energiegesichtspunkten ideale Lage zusteuert. Dies ist verbunden mit einem geringeren Energieverbrauch mit einer entsprechend geringeren Aufheizung des Elektromagneten.

Es versteht sich, dass technische Elemente der Erfindung einzeln oder mehrfach vorhanden sein können, wenn dieses technisch sinnvoll erscheint. Es soll weiterhin klargelegt sein, dass die elektrische Ansteuerung des Elektromagneten und der Mikroprozessor in unterschiedlichen Elementen oder in einer integrierten Einheit ausgebildet sein können. Vorzugsweise enthält der Mikroprozessor die gesamte Ansteuerung für den Elektromagneten und hat als Eingangsport lediglich das digitalisierte Ausgangssignal des Magnetfeldsensors, das vorher in einem AD-Wandler konvertiert wurde.

Selbstverständlich kann die Basisschaltung auch analog ausgelegt sein, in welchem Fall der zeitliche Verlauf des Stroms durch den Elektromagneten bzw. die daran anliegende Spannung erfasst, und daraus Steuer- bzw. Korrektursignale für die Steuerung des Elektromagneten abgeleitet werden. Die Steuerung kann in diesem Fall über das Verhältnis der Ein- und Ausschaltzustände als auch über den Strom durch den Elektromagneten erfolgen.

Die generelle Lage kann dabei allein über eine Stromsteuerung/Spannungssteuerung am Elektromagneten oder durch eine kombinierte Steuerung über Ein/Ausschaltzeiten als auch Stromstärke durch den Elektromagneten. Hierbei kann z.B. die Grundsteuerung über die Ein- und Ausschaltzustände und die Korrektursteuerung zur Vermeidung von Schwingungen bzw. zum Erreichen des optimalen Abstandes über die Stromstärke realisiert werden.

Als Magnetfeldsensor können alle bislang bekannten oder zukünftigen Sensoren verwendet werden, wobei eine richtungsabhängige Magnetfeldererkennung bevorzugt wird. Derzeit sind an Magnetfeldsensoren Hallsensoren die gebräuchlichsten.

Der Erfindung wird nachfolgend beispielsweise in der schematischen Zeichnung beschrieben.

In dieser zeigen:

Figur 1 eine schematische Seitenansicht eines Globus mit freischwebender Kugel,

Figur 2 ein Diagramm mit dem zeitlichen Verlauf des Verhältnisses der Ein- zu Ausschaltzustände im Fall einer Resonanzschwingung der Globuskugel, und

Figur 3 eine erfindungsgemäße Schaltung zur Unterdrückung von Resonanzen und zur optimalen Abstandsteuerung gemäß der Erfindung.

Figur 1 zeigt einen Globus 10 mit einer Globushalterung 12, die eine Bodenplatte 14 und einen daran angebrachten vertikalen bogenförmigen Ständer 16 umfaßt. Am freien Ende des Ständers 16 sind ein Elektromagnet 18, ein Hallsensor 20 und eine elektrische Steuerung 22 angeordnet. Die Steuerung kann auch an einer anderen Stelle der Globushalterung, z. B. im Fuß 14 angeordnet sein, zum Beispiel in Verbindung mit einem Ein- Ausschalter. Unter dem Elektromagneten wird eine Globuskugel 24 freischwebend gehalten, die an ihrer dem Elektromagneten 18 zugewandten Oberseite einen Permanentmagneten 26 aufweist. An der Unterseite hat die Globuskugel 24 einen zweiten Permanentmagneten 28, der jedoch nur dafür vor-

gesehen ist, von einem am Fuß 14 der Globushalterung 12 vorgesehenen dritten Permanentmagneten 30 gehalten zu werden, falls die Globuskugel 24 herunterfällt, so dass diese nicht von der Bodenplatte 14 wegrollt und eventuell beschädigt wird. Durch den Hallsensor 20 wird detektiert, wenn ein Permanentmagnet 26 der Globuskugel 24 in den Bereich des Elektromagneten 18 gelangt. In diesem Fall wird die Haltesteuerung umfassend der Elektromagneten 18, in Hallsensor 20 und eine elektronische Steuerung 22 mit einem Mikroprozessor oder Mikrocomputer aktiviert. Der Halldetektor liefert ständig ein Ausgangssignal an die Steuerung 22, welches representativ für den Abstand des Permanentmagneten 26 vom Elektromagneten 18 ist. Kommt der Permanentmagnet 26 und damit die Globuskugel dem Elektromagneten 18 zu nahe, so schaltet die Steuerung 22 den Elektromagneten ab. Daraufhin fällt die Globuskugel etwas nach unten solange bis ein gewisser zweiter Schwellenwert durch das Ausgangssignal des Hallsensors 20 unterschritten wird, was der Steuerung 22 wiederum anzeigt, dass der Elektromagnet wieder eingeschaltet werden muß. Dann wird die Globuskugel wieder nach oben gezogen bis sie wieder in den Bereich des ersten Schwellenwerts gelangt, wo wiederum der Elektromagnet abgeschaltet wird. Dieses Ein- und Ausschalten des Elektromagneten vollzieht sich in einer Frequenz von mehreren Kiloherz z. B. 5 bis 10 Kiloherz. Falls die Globuskugel, zum Beispiel im Laufe des Einführens in den Aktivitätsbereich der Vorrichtung oder z. B. aufgrund von Wind oder anderer Ursachen in eine vertikale Schwingung gerät, ändert sich das Verhältnis der Einschaltzeiten zu den Ausschaltzeiten im Rahmen einer Schwingungsperiode  $t_1$  von etwa beispielsweise 100 Millisekunden, wie es in Figur 2 wiedergegeben ist. In Figur 2 ist das Verhältnis der Ein- zu Ausschaltzustände über die Zeit dargestellt. Es ergibt sich bei einer Resonanzschwingung der Globuskugel ein sinusförmiger Verlauf des Verhältnisses der Ein- zu Ausschaltzustände des Elektromagneten.

Die Kurve wird wie folgt erhalten. Für eine gewisse kurze Zeitperiode von etwa beispielsweise 5 bis 15 Millisekunden, was in etwa dem Abstand zweier Kreuze in dem Diagramm der Fig. 2 entspricht, werden in einem Register oder in separaten Registern die Ein- bzw. Ausschaltzustände während jedes Erfassungstaktes des Mikroprozessors aufsummiert. Wenn der Mikroprozessor z. B. alle 25 Mikrosekunden einmal den Ein-/Ausschaltzustand des Elektromagneten erfaßt, so werden in 10 Millisekunden 40 Messungen erfaßt. In diesen 40 Messungen können z. B. sowohl die Ein- als auch die Ausschaltzustände in separaten Registern gezählt und anschließend ins Verhältnis gesetzt werden oder es werden die Ein- als auch Ausschaltzustände in einem Register additiv zusammengezählt, wodurch am Ende ein negativer oder positiver Wert herauskommt, der Informationen über das Verhältnis von Ein- und Ausschaltzuständen

enthält. Im Verlauf einer derartigen Schwingung, wie sie in Figur 2 gezeigt ist, ändert sich nun das in oben beschriebener Weise ermittelte Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen, wobei die Änderung des Verhältnisses oder sogar die zweite Ableitung, d. h. die Zunahme oder Abnahme der Änderung des Verhältnisses als Basis für die Abgabe eines Korrekturwertes verwendet werden kann. Durch die Verwertung dieser zeitlichen Änderungen bzw. zweiten Ableitungen in herkömmlichen Steuerprogrammen kann der Schwingungen entgegengewirkt werden, z. B. durch ein gegenwirkendes Verändern der Ein- zu Ausschaltzeiten gegen Ende der Schwingungen, d. h. in Figur 2 in den oberen und unteren Umkehrbereichen der Kurve, welche Schwingungsbereiche auch der Auf- und Abschwingung der Kugel selbst entsprechen. Durch Verwendung des sehr aussagekräftigen Verhältnisses der Ein- zu Ausschaltzustände des Elektromagneten kann somit durch herkömmliche Steuerung und Regelalgorithmen der Aufbau von Schwingungen wirksam unterbunden werden.

In gleicher Weise kann das Verhältnis R der Ein- zu Ausschaltzeiten auch über einen längeren Zeitraum von z. B. 1 bis 10 Sekunden erfaßt und gemittelt werden und mit einem Referenzwert verglichen werden, der sozusagen für eine optimale Lage der Globuskugel dicht unterhalb des Anziehungspunktes liegt, an welchem die Globuskugel unaufhaltsam gegen den Elektromagneten 18 gezogen wird. In diesem optimalen vertikalen Level der Globuskugel wird am wenigsten Energie verbraucht. Durch herkömmliche Steuerungsalgorithmen kann somit das aktuelle Verhältnis der Ein- zu Ausschaltzeiten in Richtung auf den als Referenzwert gespeicherten Idealwert geändert werden.

Eine Schaltung mit der Steuerung und den anderen elektrischen Komponenten des Globus ist in Figur 3 wiedergegeben. Zur Steuerung dient ein Mikroprozessor 32. Der in Figur 1 dargestellte Hallsensor 20 liefert sein Ausgangssignal an einen AD-Wandler 34, dessen digitales Ausgangssignal 36 dem Mikroprozessor bzw. Mikrocomputer 32 zugeführt wird. Der Mikroprozessor 32 steuert in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Hallsensors 20 die Ein- und Ausschaltzeit des Elektromagneten 18 über eine Steuerleitung 38, die auf die Basis eines elektronischen Schalters 40 z. B. Transistors geführt ist. Der Transistor steuert dann die Spule 42 an, die in einem Resonanzkreis des Elektromagneten 18 liegt.

Der Mikroprozessor enthält außerdem eine nicht dargestellte Uhr und wenigstens ein Register oder Zähler, in welchem mit jedem Takt, z. B. im Abstand von 25 Mikrosekunden die Schaltzustände an der Steuerleitung 38 erfaßt werden. Der Mikroprozessor erhält somit nach einer



Anzahl von Takten, z. B. nach 10 Millisekunden eine Anzahl von z. B. 40 Messungen, die aufgrund der erfaßten Schaltzustände einen Wert für das Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzeiten des Elektromagneten wiedergeben. Dieser Wert wird von dem Mikroprozessor verwendet, um Schwingungen entgegenzuwirken und die Globuskugel in bereits genannter Weise auf einen optimalen Abstand zu halten.

Patentansprüche:

1. Globus mit einer kontaktfrei und magnetisch gehaltenen Globuskugel (24), deren Lage über einen an der Kugel angeordneten Permanentmagneten (26) frei schwebend gehalten wird, der mit einem in Verbindung mit einer Globushalterung (12) oberhalb der Kugel angeordneten Elektromagneten (18) wechselwirkt, mit einer elektrischen Steuerung (22) für den Elektromagneten, die eingangsseitig mit einem Magnetfeldsensor (20), insbesondere einer Hall-Sonde, verbunden ist, und die die Lage der Globuskugel über Ein- und Ausschalten des Elektromagneten bzw. durch Steuerung des Stroms durch den Elektromagneten in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen des Magnetfeldsensors steuert,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Mikrocomputer (32) vorgesehen ist, dem das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors zugeführt wird,

dass der Mikrocomputer wenigstens einen Speicher/Zähler zur Erfassung von Ein- und/oder Ausschaltzuständen und/oder eine Vorrichtung zur Erfassung des Stroms durch bzw. der Spannung an den/m Elektromagneten über wenigstens einen definierten Zeitraum aufweist, und dass der Globus eine Schalt- oder Steuereinrichtung aufweist, die das Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen des Elektromagneten und/oder den Strom durch /die Spannung an dem Elektromagneten in Abhängigkeit von dem zeitlichen Verlauf der vom Mikrocomputer erfassten Ein/Ausschaltzustände und/oder des gemessenen Stroms/Spannung beeinflusst.

2. Globus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocomputer (32) wenigstens einen Speicher, der die Ein/Ausschaltzustände über einen längeren Zeitraum von mindestens 10 ms, vorzugsweise 500 ms bis 5 s erfasst und einen Referenzwertspeicher aufweist für die Speicherung eines Referenzverhältnisses von Ein- zu Ausschaltzuständen, und dass der Globus eine Steuerung und/oder Schalteinrichtung aufweist, mit der das aktuelle Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen des Elektromagneten in Richtung auf den Referenzwert beeinflussbar ist.

3. Globus nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Speicher/Zähler die Ein- und Ausschaltzustände über einen kürzeren Zeitraum von z.B. 1 bis 100 ms, vorzugsweise 5 bis 50 ms erfasst und eine Vergleichsschaltung oder Subtraktionsschaltung vorgesehen ist, die die Änderung des Verhältnis-

ses von Ein- zu Ausschaltzustand gegenüber vorherigen Messungen erfasst, und dass der Globus eine Steuerung und/oder Schalteinrichtung aufweist, mit der das aktuelle Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen des Elektromagneten zur Verstärkung/Verringerung der Änderung beeinflussbar ist.

4. Globus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein A/D-Wandler (34) für eine Digitalisierung des Ausgangssignals des Magnetfeldsensors (20) als Eingangssignal für den Mikrocomputer (32) vorgesehen ist.

5. Globus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (22) einen Schalter umfasst, um den Elektromagneten abzuschalten, falls das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors einen vorgegebenen Wert unterschreitet.

6. Globus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (22) einen Schalter umfasst, um den Elektromagneten einzuschalten, falls das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors einen gewissen Wert überschreitet.

7. Verfahren zur Steuerung der Lage einer Globuskugel (24), die frei schwebend in einer Globushalterung (12) gehalten wird, unter Verwendung eines in Verbindung mit der Kugel angeordneten Permanentmagneten (26), der mit einem oberhalb der Kugel in Verbindung mit der Globushalterung angeordneten Elektromagneten (18) wechselwirkt, mit einer elektrischen Steuerung (22) für den Elektromagneten, die eingangsseitig mit einem Magnetfeldsensor (20), insbesondere einer Hall-Sonde, verbunden ist, um den Abstand des Permanentmagneten von dem Elektromagneten zu detektieren, und die die Lage der Globuskugel über Ein- und Ausschalten des Elektromagneten bzw. über die Steuerung des Stroms durch/der Spannung an dem Elektromagneten in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen des Magnetfeldsensors steuert, dadurch gekennzeichnet, dass die Ein- und/oder Ausschaltzustände des Elektromagneten bzw. der Strom durch/die Spannung an dem Elektromagneten erfasst, und aus dem Wert des Verhältnisses der Ein- zu Ausschaltzustände bzw. dem Strom- oder Spannungsverlauf oder dessen Änderung ein Steuer- und/oder Korrektursignal für die Ansteuerung des Elektromagneten abgeleitet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das aktuelle Verhältnis mit einem Referenzwert für ein Sollverhältnis von Ein- zu Ausschaltzeit des Elektromagneten verglichen, und daraus ein Korrektur- und/oder Steuersignal für den Elektromagneten abgeleitet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderungen wenigstens zweier aufeinander folgender Messungen des Verhältnisses zur Ableitung eines Korrektur- und/oder Steuersignals für den Elektromagneten verwendet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromagnet abgeschaltet wird, falls das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors einen ersten Schwellenwert unterschreitet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromagneten eingeschaltet wird, falls das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors einen Schwellenwert überschreitet.

### Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft einen Globus mit einer kontaktfrei und magnetisch gehaltenen Globuskugel (24), deren Lage über einen an der Kugel angeordneten Permanentmagneten (26) freischwebend gehalten wird, der mit einem in Verbindung mit einer Globushalterung (12) oberhalb der Kugel angeordneten Elektromagneten (18) wechselwirkt, mit einer elektrischen Steuerung (22) für den Elektromagneten, die eingangsseitig mit einem Magnetfeldsensor (20), insbesondere einer Hall-Sonde, verbunden ist, und die die Lage der Globuskugel über Ein- und Ausschalten des Elektromagneten bzw. durch Steuerung des Stroms durch den Elektromagneten in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen des Magnetfeldsensors steuert.

Die die Lage der Globuskugel lässt sich mit wenig Aufwand weitgehend schwingungsfrei und mit geringem Energieaufwand in dem Magnetfeld steuern, indem ein Mikrocomputer(32) vorgesehen ist, dem das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors zugeführt wird, der Mikrocomputer wenigstens einen Speicher/Zähler zur Erfassung von Ein- und/oder Ausschaltzuständen und/oder eine Vorrichtung zur Erfassung des Stroms durch bzw. der Spannung an den/m Elektromagneten über wenigstens einen definierten Zeitraum aufweist, und der Globus eine Schalt- oder Steuereinrichtung aufweist, die das Verhältnis von Ein- zu Ausschaltzuständen des Elektromagneten und/oder den Strom durch /die Spannung an dem Elektromagneten in Abhängigkeit von dem zeitlichen Verlauf der vom Mikrocomputer erfassten Ein/Ausschaltzustände und/oder des/r gemessenen Stroms/Spannung beeinflusst.

(Fig. 1)

# Zeichnung für Zusammenfassung

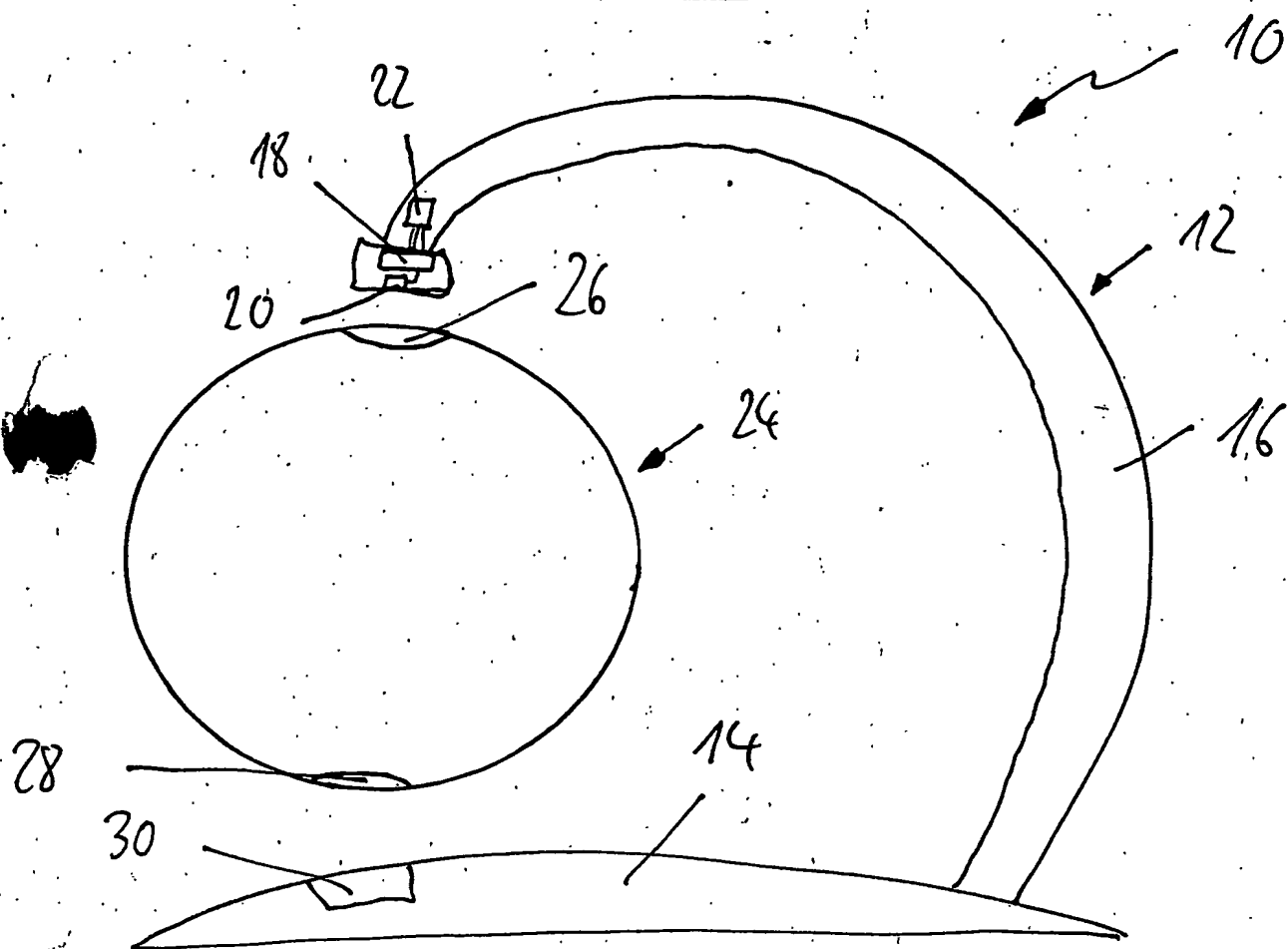


Fig. 1

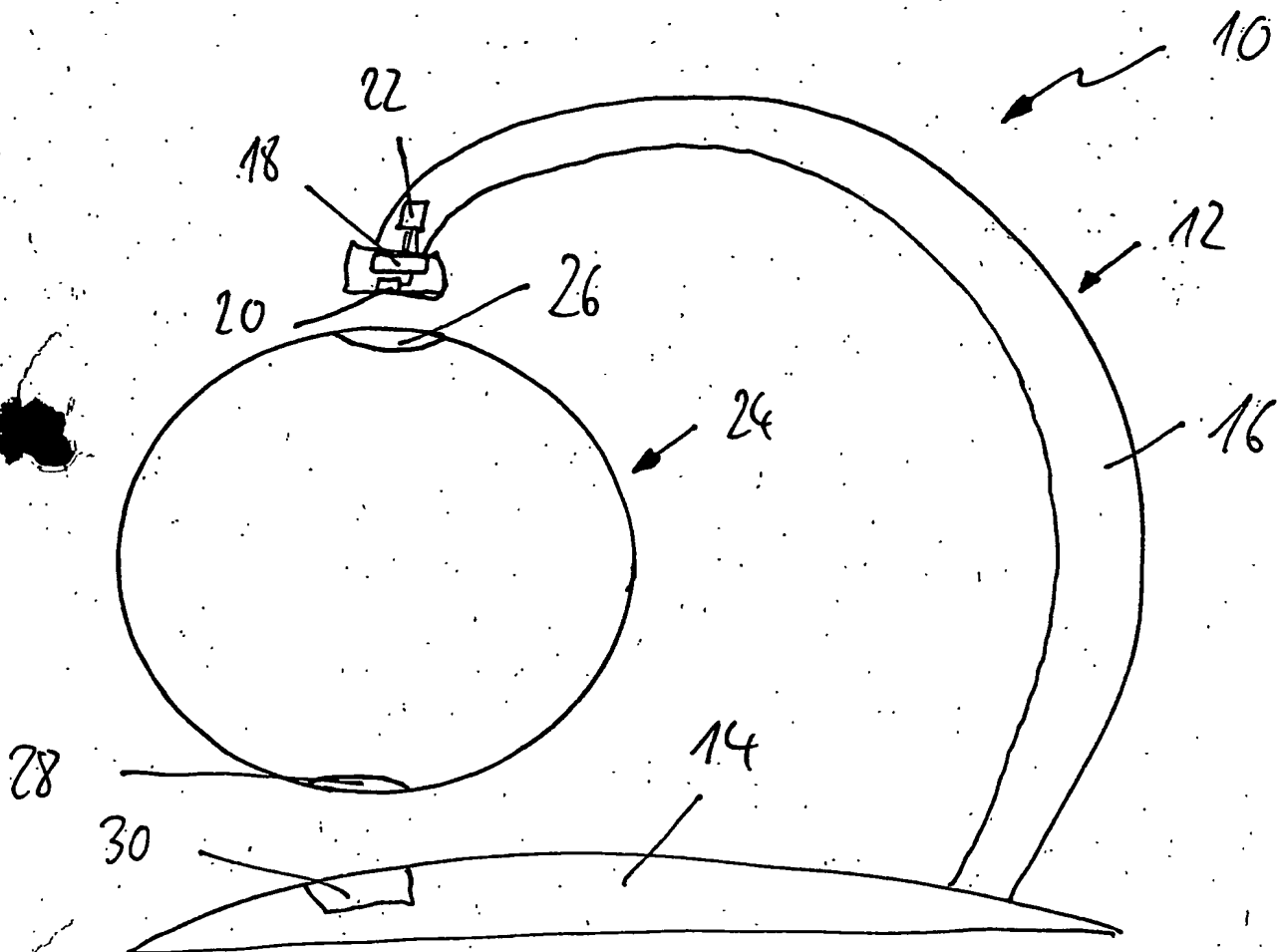


Fig. 2

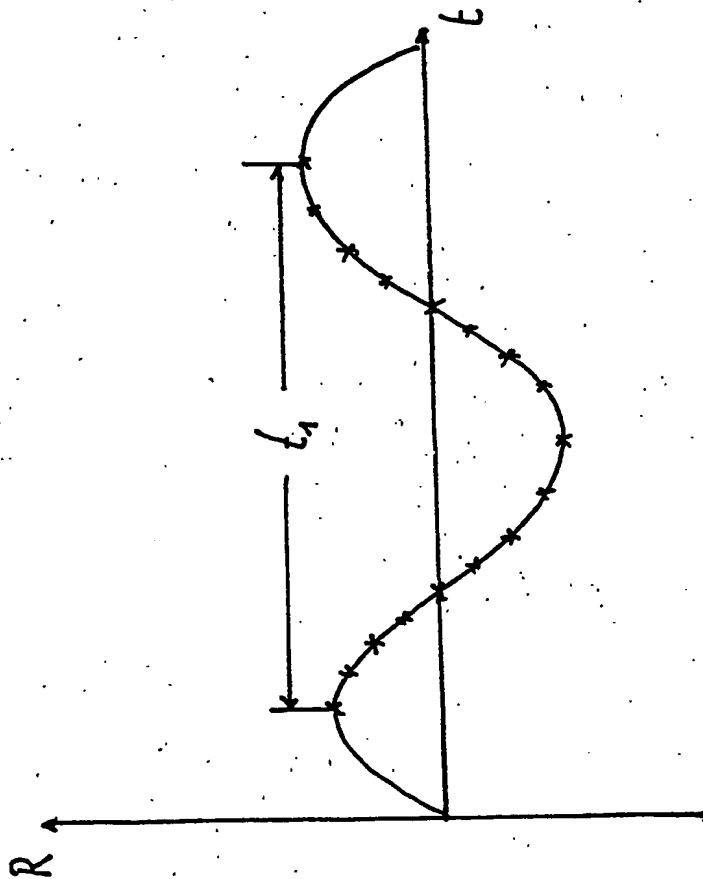
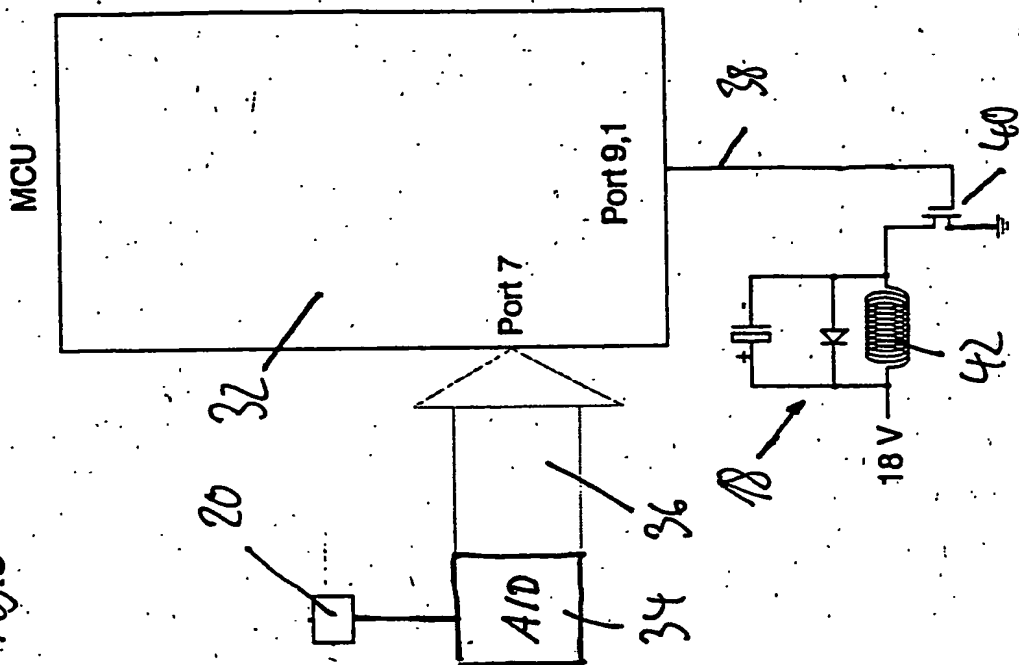


Fig. 3





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**